

Chloranilsäure sowie die Sulfosäuren aus dem Chloranil reagiren in anderer Weise. Phenanthrenchinon giebt unter gleichen Bedingungen blauviolette Körper mit starkem Dichroismus. Ein Zusatz von Chlorzink scheint bei allen Reactionen vortheilhaft.

München, den 9. August 1879.

**413. H. Schröder: Neue Dichtigkeitsmessungen fester, organischer Verbindungen.**

[Mittheilung aus dem chem. Laboratorium des Polytechnikums zu Karlsruhe.]  
(Eingegangen am 9. August.)

I. Ich habe wieder eine grössere Reihe von Bestimmungen an Präparaten ausgeführt, welche ich in vorzüglicher Beschaffenheit der Kahlbaum'schen Fabrik, und ins besondere Herrn Dr. Bannow da-selbst, verdanke. Die Wägungen haben meist in Olivenöl nach der von mir in Poggendorff's Annal. Bd. 106, S. 226—240 geschilderten Methode statt gefunden, und sind auf Wasser von  $4^{\circ}$  und auf den leeren Raum reducirt. Musste die Wägung in einer gesättigten Lösung vor-genommen werden, so konnte sie, wegen Mangel an Material, nur im Pyknometer stattfinden, ist dann nicht selten minder genau, und auch nicht auf den leeren Raum reducirt. Es ist bei manchen Substanzen recht schwierig, gute Bestimmungen zu erhalten. Die Diffusion ist bei fettem Oel eine so langsame, dass es auch in mehreren Tagen nicht gelingt, eine gesättigte Lösung einer Substanz in Oel zu erhalten, wenn man nicht das Oel mit der feingepulverten Substanz in gehörigem Ueberschuss wiederholt und bei möglichst constanter Temperatur anhaltend umröhrt.

Meine Messungen sind:

1) Aepfelsäure (Oxybernsteinsäure) =  $C_4H_6O_5$ ;  $m = 134$ . Den Schmelzpunkt fand ich normal =  $100^{\circ}$ . Nach dem Schmelzen unter Wasser, Erstarren und Trocknen in Benzol gewogen:  $s = 1.559$ ;  $v = 85.9$ .

2) Dimethyloxamid =  $C_2O_2 \cdot C_2H_2 \cdot C_2H_6$ ;  $m = 116$ . Sehr feine, weiche Nadeln. Gepulvert in Olivenöl  $s = 1.307$ ;  $v = 88.8$ . Im Pyknometer erhielt ich  $s = 1.281$ ;  $v = 90.5$ .

3) Diäthyloxamid =  $C_2O_2 \cdot N_2H_2 \cdot C_4H_{10}$ ;  $m = 144$ . Sehr feine, weiche Nadeln. Gepulvert in Olivenöl  $s = 1.164$  und  $s = 1.173$ ;  $v = 123.7$  und  $v = 122.8$ .

4) Orthooxybenzoësäure (Salicylsäure) =  $C_7H_6O_3$ ;  $m = 138$ . Feine, weiche Nadeln. Gepulvert in Olivenöl  $s = 1.485$  und  $s = 1.482$ ;  $v = 92.9$  und  $v = 93.1$ .

5) Metaoxybenzoësäure =  $C_7H_6O_3$ ;  $m = 138$ . Nicht krystallisiert. Fein gepulvert in Oel in 2 übereinstimmenden Versuchen  $s = 1.473$ ;  $v = 93.7$ .

6) **Paraoxybenzoësäure.** Das von Kahlbaum erhaltene Präparat war wasserhaltig und gab das Wasser bei 100° ab. Die entwässerte Säure ist  $C_7H_6O_3$ ;  $m = 138$ . Fein gepulvert in Oel  $s = 1.476$  und  $s = 1.460$ ;  $v = 93.5$  und  $v = 94.5$ .

7) **Phtalsäureanhydrid** =  $C_8H_4O_3$ ;  $m = 148$ . Schöne, lange Nadeln; sie sind weich und zäh und nur schwierig zu pulvern. In Oel  $s = 1.527$  und  $s = 1.530$ ;  $v = 96.9$  und  $v = 96.7$ .

8) **Benzoësäureanhydrid** =  $C_{14}H_{10}O_3$ ;  $m = 226$ . Den Schmelzpunkt fand ich normal = 42°. Gepulvert in Oel  $s = 1.247$  und  $s = 1.234$ ;  $v = 181.3$  und  $v = 183.2$ . Nach Schmelzen unter Wasser, Erstarren und Trocknen über  $H_2SO_4$  gab es in Wasser gewogen  $s = 1.231$  und  $v = 183.6$ .

9) **Protocatechusäure** (Carbohydrochinonsäure) =  $C_7H_6O_4$ ;  $m = 154$ . Bräunliche Knollen. Gepulvert in Benzol  $s = 1.542$  und  $s = 1.541$ ;  $v = 99.9$  bis 100.0.

10) **Gallussäure** (Trioxybenzoësäure, Dioxy salicylsäure) =  $C_7H_6O_5$ ;  $m = 170$ . Feine Nadeln. Gepulvert in Oel  $s = 1.703$  und  $s = 1.685$ ;  $v = 99.8$  und  $v = 100.9$ .

11) **Mandelsäure** (Phenylglycolsäure) =  $C_8H_8O_3$ ;  $m = 152$ . Gepulvert in Oel  $s = 1.355$  und  $s = 1.367$ ;  $v = 112.2$  bis 111.2.

12) **Phenylessigsäure** (Alphatoluylsäure) =  $C_8H_8O_2$ ;  $m = 136$ . Gepulvert in Oel  $s = 1.236$  und  $s = 1.220$ ;  $v = 110.0$  und  $v = 111.5$ .

13) **Anissäure** (Methylparaoxybenzoësäure) =  $C_8H_8O_3$ ;  $m = 152$ . Schön krystallisiert. Gepulvert in Benzol  $s = 1.385$  und  $s = 1.376$ ;  $v = 109.8$  und  $v = 110.5$ . In ganzen Krystallnadeln  $s = 1.364$  und  $v = 111.5$ .

14) **Zimmtsäure** (Phenylacrylsäure) =  $C_9H_8O_2$ ;  $m = 148$ . Schön krystallisiert. Fein gepulvert in Oel  $s = 1.249$  und  $s = 1.246$ ;  $v = 118.6$  und  $v = 118.8$ .

15) **Cuminsäure** =  $C_{10}H_{12}O_2$ ;  $m = 164$ . Krystallisiert. Fein gepulvert in Oel  $s = 1.169$  und  $s = 1.156$ ;  $v = 140.3$  und  $v = 141.9$ .

16) **Orcin** (Homobrenzcatechin) =  $C_7H_8O_2 \cdot H_2O$ ;  $m = 142$ . Den Schmelzpunkt fand ich normal = 57—58°. Grosse, durchsichtige, etwas bräunlich gefärbte Krystalle. Sie geben ein rein weisses Pulver. In Benzol  $s = 1.296$  und  $s = 1.283$ ;  $v = 109.7$  und  $v = 110.7$ .

17) **Benzamid** =  $C_7H_5O \cdot NH_2$ ;  $m = 121$ . Gepulvert in Oel  $s = 1.344$  und  $s = 1.338$ ;  $v = 90.0$  und  $v = 91.2$ .

18) **Amidobenzoësäure** (Benzaminsäure) =  $C_6H_5 \cdot NH_2 \cdot CO_2$ ;  $m = 137$ . Gepulvert in Benzol  $s = 1.515$ ;  $v = 90.5$ . In Oel  $s = 1.506$ ;  $v = 91.0$ .

19) **Orthonitrobenzoësäure** =  $C_7H_5NO_2 \cdot O_2$ ;  $m = 167$ . Schön krystallisiert. Gepulvert in Benzol  $s = 1.576$  und  $s = 1.574$ ;  $v = 106.0$  und  $v = 106.1$ .

- 20) Metanitrobenzoësäure =  $C_7H_5NO_2O_2$ ;  $m = 167$ . Gepulvert in Oel  $s = 1.496$  und  $s = 1.492$ ;  $v = 111.6$  und  $v = 112.0$ .
- 21) Acetanilid =  $C_6H_5NH.C_2H_3O$ ;  $m = 135$ . Gepulvert in Oel  $s = 1.216$  und  $s = 1.205$ ;  $v = 111.0$  und  $v = 112.0$ .
- 22) Benzanilid =  $C_{12}H_{10}NH.CO$ ;  $m = 197$ . Ein sehr feines Pulver. In Oel  $s = 1.321$  und  $s = 1.306$ ;  $v = 149.2$  und  $v = 150.8$ .
- 23) Sulfocarbanilid (Diphenylsulfoharnstoff) =  $C_8N_2H_2.C_{12}H_{10}$ ;  $m = 228$ . Ein sehr weiches Pulver. In Oel  $s = 1.330$  und  $s = 1.311$ ;  $v = 171.5$  und  $v = 173.9$ .
- 24) Anilinchlorhydrat =  $C_6H_5.NH_2.HCl$ ;  $m = 129.5$ . Duchsichtige Tafeln; theilweise etwas grau; pulvert sich rein weiss. In Benzol  $s = 1.227$  und  $s = 1.216$ ;  $v = 105.6$  und  $v = 106.5$ . In ganzen Krystallen  $s = 1.201$  und  $v = 107.8$ .
- 25) Anilinnitrat =  $C_6H_7N.HNO_3$ ;  $m = 156$ . Gepulvert in Benzol  $s = 1.360$  und  $s = 1.356$ ;  $v = 114.8$  und  $v = 115.0$ .
- 26) Anilinsulfat =  $C_{12}H_{14}N_2.H_2SO_4$ ;  $m = 284$ . Aeusserst feines Pulver. In Benzol in 2 übereinstimmenden Versuchen  $s = 1.377$  und  $v = 206.3$ .
- 27) Naphtalin =  $C_{10}H_8$ ;  $m = 128$ . In gesättigter Oellösung und Pyknometer  $s = 1.145$  und  $v = 111.9$ .
- 28) Nitronaphtalin =  $C_{10}H_7NO_2$ ;  $m = 173$ . In gesättigter Oellösung im Pyknometer  $s = 1.341$  und  $s = 1.321$ ;  $v = 129.0$  und  $v = 131.0$ .
- 29)  $\alpha$ -Naphtol =  $C_{10}H_8O$ ;  $m = 144$ . In gesättigter Oellösung, welche nur sehr langsam zu Stande kommt, im Pyknometer  $s = 1.224$  und  $v = 117.8$ .
- 30)  $\beta$ -Naphtol (Isonaphtol);  $m = 144$ . In gesättigter Oellösung im Pyknometer  $s = 1.217$  und  $v = 118.2$ .
- 31) Benzoësaures Ammonium =  $C_7H_5O_2.NH_4$ ;  $m = 139$ . Gepulvert in Benzol  $s = 1.264$  und  $s = 1.260$ ;  $v = 110.0$  und  $v = 110.3$ .
- 32) Benzoësaures Calcium =  $(C_7H_5O_2).Ca + 3H_2O$ ;  $m = 336$ . Gepulvert in Benzol  $s = 1.457$ ;  $v = 230.6$ . In Oel  $s = 1.435$ ;  $v = 234.1$ .
- II. In diesen Berichten XII, 566 habe ich schon auf die interessante Thatsache aufmerksam gemacht, dass sich die Volume von 8 oder 9 von den wenigen bis dahin bestimmten Benzolderivaten genau als Multipla von 5.91 auffassen lassen. Von den früher mitgetheilten Verbindungen reihen sich noch einige andere, denen ich die Seitenzahl der Mittheilung befüge, und ebenso von den neuen Benzolderivaten die grosse Mehrzahl dieser Regelmässigkeiten unmittelbar an; von letzteren setze ich die Nummer bei. Ich stelle sie nun sämmtlich, ihrer Sterenzahl nach geordnet, hier zusammen:

- 1) **Oxamid** =  $C_2O_2 \cdot N_2H_4$  =  $9 \times \overline{5.91}$  = 53.91; beob.  
52.8—54.1 (S. 562).
- 2) **Acetamid** =  $C_2H_3O \cdot N_2H_2$  =  $9 \times \overline{5.91}$  = 53.91; beob.  
50.9—53.2 (S. 562).
- 3) **Propionamid** =  $C_3H_5O \cdot N_2H_2$  =  $12 \times \overline{5.91}$  = 70.92;  
beob. 70.4—70.9 (S. 562).
- 4) **Oxalsäurehydrat** =  $C_2H_6O_6$  =  $13 \times \overline{5.91}$  = 76.83;  
beob. 76.4—77.4 (Diese Berichte X, 851).
- 5) **Hydrochinon** =  $C_6H_6O_2$  =  $14 \times \overline{5.91}$  = 82.74; beob.  
82.6—83.1 (S. 563).
- 6) **Dimethyloxamid** =  $C_2O_2 \cdot N_2H_2 \cdot C_2H_6$  =  $15 \times \overline{5.91}$   
= 88.65; beob. 88.8—90.5 (No. 2).
- 7) **Benzoësäure** =  $C_7H_6O_2$  =  $16 \times \overline{5.91}$  = 94.56; beob.  
94.1—94.6 (S. 562).
- 8) **Paranitrophenol** =  $C_6H_5NO_3$  =  $16 \times \overline{5.91}$  = 94.56;  
beob. 94.5—94.7 (S. 563).
- 9) **Paraoxybenzoësäure** =  $C_7H_6O_3$  =  $16 \times \overline{5.91}$  = 94.56;  
beob. 93.5—94.5 (No. 6).
- 10) **Paradichlorbenzol** =  $C_6H_4Cl_2$  =  $17 \times \overline{5.91}$  = 100.47;  
beob. 100.2—100.9 (S. 563).
- 11) **Carbohydrochinonsäure** =  $C_7H_6O_4$  =  $17 \times \overline{5.91}$   
= 100.47; beob. 99.9—100.0 (No. 9).
- 12) **Gallussäure** =  $C_7H_6O_5$  =  $17 \times \overline{5.91}$  = 100.47; beob.  
99.8—100.9 (No. 10).
- 13) **Paradibrombenzol** =  $C_6H_4Br_2$  =  $18 \times \overline{5.91}$  = 106.38;  
beob. 106.2—106.4 (S. 563).
- 14) **Anilinchlorhydrat** =  $C_8H_7N \cdot HCl$  =  $18 \times \overline{5.91}$   
= 106.38; beob. 105.6—106.5 (No. 24).
- 15) **Orthonitrobenzoësäure** =  $C_7H_5NO_2 \cdot O_2$  =  $18 \times \overline{5.91}$   
= 106.38; beob. 106.0—106.1 (No. 19).
- 16) **Metanitrobenzoësäure** =  $C_7H_5NO_2 \cdot O_2$  =  $19 \times \overline{5.91}$   
= 112.29; beob. 111.6—112.0 (No. 20).
- 17) **Phenylglycolsäure** =  $C_8H_8O_3$  =  $19 \times \overline{5.91}$  = 112.29;  
beob. 111.2—112.2 (No. 11).
- 18) **Acetanilid** =  $C_8H_9NO$  =  $19 \times \overline{5.91}$  = 112.29; beob.  
111.0—112.0 (No. 21).
- 19) **Naphtalin** =  $C_{10}H_8$  =  $19 \times \overline{5.91}$  = 112.29; beob. 111.9  
(No. 27).

- 20)  $\alpha$ -Naphtol =  $C_{10}H_8O = 20 \times \overline{5.91} = \underline{118.2}$ ; beob. 117.8 (No. 29).
- 21) Isonaphtol =  $C_{10}H_8O = 20 \times \overline{5.91} = \underline{118.2}$ ; beob. 118.2 (No. 30).
- 22) Zimmtsäure =  $C_9H_8O_2 = 20 \times \overline{5.91} = \underline{118.2}$ ; beob. 118.6—118.9 (No. 14).
- 23) Tetrachlorbenzol =  $C_6H_2Cl_4 = 21 \times \overline{5.91} = \underline{124.11}$ ; beob. 124.6 Gutfleisch.
- 24) Diäthyloxamid =  $C_2O_2 \cdot N_2H_2 \cdot C_4H_{10} = 21 \times \overline{5.91} = \underline{124.11}$ ; beob. 122.8—123.7 (No. 3).
- 25) Pikrinsäure =  $C_6H_3 \cdot N_3O_7 = 22 \times \overline{5.91} = \underline{130.02}$ ; beob. 129.0—130.9 S. 563).
- 26)  $\alpha$ -Nitronaphtalin =  $C_{10}H_7NO_2 = 22 \times \overline{5.91} = \underline{130.02}$ ; beob. 129.0—131.0 (No. 28).
- 27) Pentachlorbenzol =  $C_6H_1Cl_5 = 23 \times \overline{5.91} = \underline{135.93}$ ; beob. 136.6 Gutfleisch.
- 28) Benzoësäureanhydrid =  $C_{14}H_{10}O_3 = 31 \times \overline{5.91} = \underline{183.21}$ ; beob. 183.2—183.6 (No. 8).
- 29) Anilinsulfat =  $C_{12}H_{16}N_2SO_4 = 35 \times \overline{5.91} = \underline{206.55}$ ; beob. 206.3 (No. 26).

Eine Reihe lehrreicher Isosterismen ist hier unmittelbar vor Augen gelegt. Es sind 29 Verbindungen, von welchen 23 den Benzolkern enthalten, deren Volume sich nahe genau als reine Multipla von  $\overline{5.91}$  erachten lassen. Diesse Auffassung erhält einen practischen Werth durch den Umstand, dass sich, wie ich weiter unter zeigen werde, auf Grund derselben mehrere höchst einfache Beziehungen zwischen der Zusammensetzung und der Volumconstitution herausstellen.

III. Es ist an sich nicht wahrscheinlich, dass die Stere der mannigfaltigsten Körper von verschiedenen Schmelzpunkten und sonstiger verschiedener Beschaffenheit völlig constant sei; es ist im Gegentheil zu erwarten, dass die Stere im engen Grenzen veränderlich sein müsse, weil die Wägungen nicht bei entsprechenden Temperaturen, sondern alle bei nahe gleicher Temperatur vorgenommen werden. Die berechneten Volume können deshalb keineswegs für richtiger oder genauer gelten, als die beobachteten. Dass die Stere bald etwas grösser, bald etwas kleiner ist, als  $\overline{5.91}$ , scheint mir besonders daraus hervorzugehen, dass die isomeren Verbindungen häufig sehr nahe gleiche, aber zum Theil doch sicher verschiedene Volume darbieten. So ist von mir beobachtet;

1.  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Hydrochinon} = 82.6-83.1. \\ \text{Pyrocatechin} = 81.6-82.1. \end{array} \right.$
2.  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Paraoxybenzoësäure} = 93.5-94.5. \\ \text{Metaoxybenzoësäure} = 93.7. \end{array} \right.$
3.  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Orthooxybenzoësäure} = 92.9-93.1. \\ \text{Orthonitrophenol} = 95.8-96.3. \end{array} \right.$
4.  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Paranitrophenol} = 94.5-94.7. \\ \text{Mandelsäure} = 111.2-112.2. \end{array} \right.$
5.  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Anissäure} = 109.8-110.5. \\ \text{Isonaphthol} = 118.2. \end{array} \right.$
5.  $\left\{ \begin{array}{l} \alpha\text{-Naphthol} = 117.8. \end{array} \right.$

Die Volume der Glieder jeder dieser fünf Gruppen unterscheiden sich nicht genug, um verschiedene Condensationen, d. h. eine ungleiche Sterenzahl in denselben anzunehmen; es ist nur eine kleine Modification der Stere selbst angezeigt. Sie unterscheiden sich zum Theil auch nicht mehr, als auf Rechnung von Beobachtungsfehlern gesetzt werden kann.

Während Hydrochinon =  $14 \times \overline{5.91} = 82.74$  die Stere der Benzoësäure hat, kommt dem Pyrocatechin wohl die kleinere Stere 5.8 etwa zu; während Paraoxybenzoësäure mit Benzoësäure =  $16 \times \overline{5.91} = 94.6$  völlig isoster ist, scheint Orthooxybenzoësäure ebenfalls die Stere 5.8 und Metaoxybenzoësäure eine zwischen 5.9 und 5.8 liegende Stere zu haben. Während das Volum der Mandelsäure ein Multiplum von  $\overline{5.91}$  ist, scheint das der Anissäure das gleiche Multiplum von  $\overline{5.8}$ . Während Paranitrophenol =  $16 \times \overline{5.91} = 94.6$  mit Benzoësäure isoster ist, scheint Orthonitrophenol die etwas grössere Stere  $\overline{6.0}$  bis  $\overline{6.05}$  zu haben.

IV. Unter den Sauerstoffverbindungen, respective Säuren, ergeben sich die nachfolgenden sehr lehrreichen Relationen, welche ebenso viele Belege enthalten, dass der Sauerstoff Volume einnimmt, welche in einfachen Condensationsverhältnissen stehen. Völlig isoster sind nach den Beobachtungen:

1.  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Aepfelsäure} = \text{C}_4\text{H}_6\text{O}_5; \text{beob. v} = 85.9-86.0 \text{ (1).} \\ \text{Weinsäure} = \text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6; \text{beob. v} = 85.7 \text{ (diese Ber. X, 851).} \end{array} \right.$
2.  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Benzoësäure} = \text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2; \text{beob. v} = 94.6 \text{ (S. 562).} \\ \text{Paraoxybenzoësäure} = \text{C}_7\text{H}_6\text{O}_3; \text{beob. v} = 93.5-94.5 \text{ (6).} \end{array} \right.$
3.  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Resorcin} = \text{C}_6\text{H}_6\text{O}_2; \text{beob. v} = 86.3 \text{ (S. 563).} \\ \text{Pyrogallussäure} = \text{C}_6\text{H}_6\text{O}_3; \text{beob. v} = 86.1-87.3 \text{ (S. 563).} \end{array} \right.$
4.  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Phenylessigsäure} = \text{C}_8\text{H}_8\text{O}_2; \text{beob. v} = 110.0-111.5 \text{ (12).} \\ \text{Anissäure} = \text{C}_8\text{H}_8\text{O}_3; \text{beob. v} = 109.5-110.5 \text{ (13).} \end{array} \right.$
5.  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Protocatechusäure} = \text{C}_7\text{H}_6\text{O}_4; \text{beob. v} = 99.9 \text{ (9).} \\ \text{Gallussäure} = \text{C}_7\text{H}_6\text{O}_5; \text{beob. v} = 99.8-100.9 \text{ (10).} \end{array} \right.$

6.  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Benzamid} = \text{C}_7\text{H}_7\text{NO}; \text{beob. } v = 90.0-91.2 \text{ (17).} \\ \text{Benzaminsäure} = \text{C}_7\text{H}_7\text{NO}_2; \text{beob. } v = 90.5-91.0 \text{ (18).} \end{array} \right.$

Für unorganische Oxyde habe ich schon früher nachgewiesen, dass die Paare:

- 1) Kupferoxydul =  $\text{Cu}_4\text{O}_2$  und Kupferoxyd =  $\text{Cu}_4\text{O}_4$ ;
  - 2) Quecksilberoxydul =  $\text{Hg}_2\text{Ou}$ . Quecksilberoxyd =  $\text{Hg}_2\text{O}_2$ ;
  - 3) Rothes Bleisuperoxyd =  $\text{Pb}_3\text{O}_4$  und braunes Bleisuperoxyd =  $\text{Pb}_3\text{O}_6$ ;
  - 4) Reguläre arsenige Säure =  $\text{As}_2\text{O}_3$  und Arsensäure =  $\text{As}_2\text{O}_5$
- respective völlig isoster sind.

Die Summe aller dieser Thatsachen stellt das Gesetz einfacher Condensationsverhältnisse des Sauerstoffs im festen Zustande für jeden unbefangenen Forscher ausser Zweifel.

V. Bereits habe ich eine grosse Reihe von Thatsachen vorgelegt, aus welchen hervorgeht, dass die Elemente Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff im festen Zustande im Allgemeinen den Raum einer Stere einnehmen, und dass durch davon abweichende, besondere Condensationsverhältnisse bestimmte Körpergruppen charakterisiert sind. Die vorstehenden Beobachtungen bringen nun eine Reihe weiterer sehr lehrreicher Belege hinzu.

$$\left. \begin{array}{l} \text{Oxamid} = \text{C}_2\text{O}_2 \cdot \text{N}_2\text{H}_4 = 9 \times \overline{5.91} = \underline{53.91} \\ 1. \left\{ \begin{array}{l} \text{Dimethyloxamid} = \text{C}_2\text{O}_2 \cdot \text{N}_2\text{H}_2 \cdot \text{C}_2\text{H}_6 = 15 \times \overline{5.91} = \underline{88.65} \\ \text{Diäthyloxamid} = \text{C}_2\text{O}_2 \cdot \text{N}_2\text{H}_2 \cdot \text{C}_4\text{H}_{10} = 21 \times \overline{5.91} = \underline{124.11} \end{array} \right. \\ \text{Differenz:} \\ \text{C}_2^2\text{H}_4^1 = 6 \text{ Steren.} \\ \text{C}_2^2\text{H}_4^1 = 6 \text{ Steren.} \end{array} \right\}$$

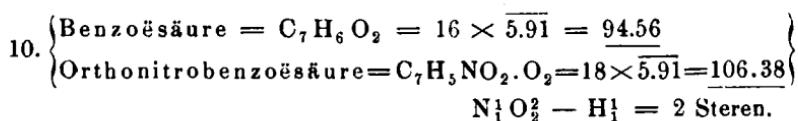
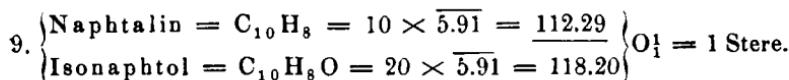
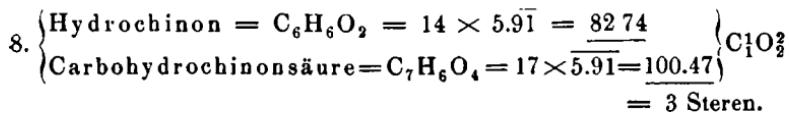
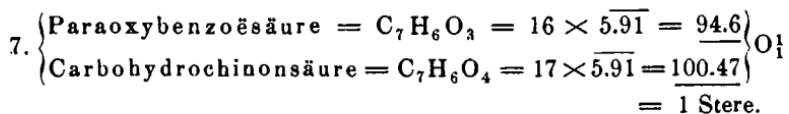
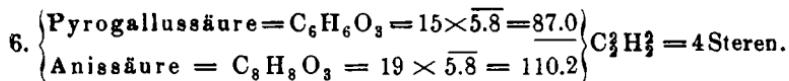
$$\left. \begin{array}{l} 2. \left\{ \begin{array}{l} \text{Benzoësäure} = \text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2 = 16 \times \overline{5.91} = \underline{94.6} \\ \text{Phenyllessigsäure} = \text{C}_8\text{H}_8\text{O}_2 = 19 \times \overline{5.8} = \underline{110.2} \end{array} \right. \\ = 3 \text{ Steren.} \end{array} \right\} \text{C}_1^1\text{H}_2^2$$

$$\left. \begin{array}{l} 3. \left\{ \begin{array}{l} \text{Benzoësäure} = \text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2 = 16 \times \overline{5.91} = \underline{94.6} \\ \text{Zimmtsäure} = \text{C}_9\text{H}_8\text{O}_2 = 20 \times \overline{5.91} = \underline{118.2} \end{array} \right. \\ \text{C}_2^2\text{H}_2^2 = 4 \text{ Steren.} \end{array} \right\}$$

Für Zimmtsäure und Benzoësäure hatte ich den gleichen Schluss schon aus den Silbersalzen beider Säuren gezogen (S. 565).

$$\left. \begin{array}{l} 4. \left\{ \begin{array}{l} \text{Paraoxybenzoësäure} = \text{C}_7\text{H}_6\text{O}_3 = 16 \times \overline{5.91} = \underline{94.6} \\ \text{Mandelsäure} = \text{C}_8\text{H}_8\text{O}_3 = 19 \times \overline{5.91} = \underline{112.29} \end{array} \right. \\ = 3 \text{ Steren.} \end{array} \right\} \text{C}_1^1\text{H}_2^2$$

$$\left. \begin{array}{l} 5. \left\{ \begin{array}{l} \text{Orthooxybenzoësäure} = \text{C}_7\text{H}_6\text{O}_3 = 16 \times \overline{5.8} = \underline{92.8} \\ \text{Anissäure} = \text{C}_8\text{H}_8\text{O}_3 = 19 \times \overline{5.8} = \underline{110.2} \end{array} \right. \\ = 3 \text{ Steren.} \end{array} \right\} \text{C}_1^1\text{H}_2^2$$



Alle diese Beziehungen lehren, dass Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff in der Regel den Raum einer Stere erfüllen.

VI. Geht man von dieser Regel aus, so ergiebt sich für den Benzolkern eine Stere mehr, als er Elementaratomen enthält. Die Verbindungen z. B.:

- 1) Benzoësäure =  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2\text{H} = 16 \times \overline{5.91}$ ,
- 2) Paranitrophenol =  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2\text{O} = 16 \times \overline{5.91}$ ,
- 3) Phtalsäureanhydrid =  $\text{C}_8\text{H}_4\text{O}_3 = 16 \times \overline{6.05}$ ,
- 4) Orthonitrobenzoësäure =  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2\text{CO}_2 = 18 \times \overline{5.91}$ ,
- 5) Phenylessigsäure =  $\text{C}_6\text{H}_5\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2 = 19 \times \overline{5.8}$ ,
- 6) Naphtalin =  $\text{C}_6\text{H}_4\text{C}_4\text{H}_4 = 19 \times \overline{5.91}$ ,
- 7) Isonaphtol =  $\text{C}_6\text{H}_4\text{C}_4\text{H}_4\text{O} = 20 \times \overline{5.91}$ ,
- 8) Zimmtsäure =  $\text{C}_6\text{H}_5\text{C}_2\text{H}_2\text{CO}_2\text{H} = 20 \times \overline{5.91}$

enthalten alle, dem Benzolkern entsprechend, eine Stere mehr als Elementaratomen.

Andere Beziehungen, welche sich nahe legen, will ich vorerst zurückhalten und abwarten, ob sie sich noch anderweitig bestätigen werden.

Karlsruhe, den 7. August 1879.